SISTEMA PARA CONDICIONAMENTO E MEDIÇÕES DO BIOGÁS GERADO EM UMA ETE COM REATOR UASB

Airton Checoni David [(1)]
Engenheiro Mecânico pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Mestre em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela Escola Politécnica da USP. Especialização em Engenharia Ambiental e Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP e Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC. Engenheiro da Superintendência de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Sabesp.

Endereço[(1)]: Rua José Roberto, 82 – Nova Gerti – São Caetano do Sul – SP – Brasil – CEP: 09571-450 - Tel.: +55 (11) 3388-8809 - e-mail: adavid@sabesp.com.br .

RESUMO

O biogás gerado em ETEs é uma mistura de gases, sendo o metano e o dióxido de carbono seus principais componentes. É um gás saturado de umidade que pode conter ainda materiais particulados (líquidos e escumas). Mas, é um gás com potencial energético importante para aproveitamento na própria estação.

A rota tecnológica mais evidente para o aproveitamento da energia disponível no biogás, envolve a sua queima. Dependendo do processo de queima ou dos equipamentos utilizados, pode ser necessário algum grau de tratamento do biogás, como uma simples remoção dos particulados e líquidos condensados, quanto a remoção de siloxanos e compostos sulfurosos.

A ETE Várzea Paulista, que trata uma vazão média aproximada de 300 L/s de esgoto, é composta por reator UASB que produz em média 1000 m^3/dia de biogás. Esse biogás possui boa concentração de metano com um potencial energético aproximado de 270 kW.

A expectativa da Sabesp com a instalação implantada na ETE, com características de bancada de testes, é de obter conhecimentos sobre a produção de biogás, a medição da vazão e das características qualitativas e, assim, subsidiar tecnicamente a elaboração de especificações de outras instalações para medições de vazão e aproveitamento energético do biogás.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás, Medição de vazão, Desumidificação.

INTRODUÇÃO

A Sabesp possui várias ETEs que operam por processos anaeróbios como o de reator anaeróbio de fluxo ascendente e manto de lodo (UASB). A ETE Várzea Paulista, que é o ambiente de desenvolvimento deste trabalho, é uma delas. Trata uma vazão média de 300 L/s dos esgotos gerados nos municípios de Campo Limpo e Várzea Paulista e produz biogás saturado de umidade em quantidade variável ao longo do dia. Esse biogás, com conteúdo energético importante para ser aproveitado, é atualmente queimado em flare aberto, mas, já existem planos para seu aproveitamento em futuro próximo.

A geração diária de biogás é de aproximadamente 1000 m^3, o que dá uma vazão média de 40 m^3/hora, variando desde 10 até 65 m^3/hora. O biogás gerado na ETE, com composição média de 80% de metano e 15 % de gás carbônico, e ainda um teor de sulfeto de hidrogênio da ordem de 2000 ppm, é recuperado dos reatores e queimado em flare aberto.

Uma característica de sistemas anaeróbios de tratamento de esgotos é a geração de biogás, que se constitui numa vantagem quando é visado o seu aproveitamento energético. O potencial energético do biogás gerado nos processos anaeróbios pode ser aproveitado em diversas situações na própria ETE, seja para geração de energia elétrica, secagem de lodos, produção de vapor, etc. Qualquer que seja a forma de aproveitamento da energia disponível no biogás deve-se passar necessariamente pela sua queima, já que a célula combustível ainda é uma tecnologia para o futuro. A busca de conhecimentos acerca da geração, da queima e das possibilidades de aproveitamento do biogás gerado em reator UASB é a origem e a maior motivação deste estudo.

A busca inicial de identificação e quantificação dos parâmetros que caracterizam a queima do biogás, com vistas a se obter queima completa e vislumbrando ainda as possibilidades de aproveitamento energético para um futuro não muito distante, encontrou limitações básicas de conhecimento do biogás gerado em termos quantitativos e qualitativos que trazem associadas muitas dúvidas sobre a confiabilidade e a sustentabilidade da adoção de tecnologias de aproveitamento energético. A medição da quantidade e qualidade do biogás gerado na ETE, sua variação ao longo do dia e as variações devidas às sazonalidades, tornaram-se fatores de grande importância para melhorar os conhecimentos acerca do biogás gerado na ETE.

As diferentes tecnologias de medição de vazão de biogás, apresentaram-se como uma dificuldade associada ao seu entendimento e à confiabilidade no medidor propriamente. São ofertados pelo mercado medidores dos tipos: vortex, termal, ultrassônico e outros. Todos são ditos aplicáveis a biogás, mas sempre há restrições, seja quanto à umidade, à composição de metano ou CO_2, ou ainda quanto à faixa de variação da vazão a ser medida. Concluiu-se pela necessidade de testar os medidores ofertados pelo mercado, e para isso, instalar uma bancada de medições de vazão e composição de biogás na própria ETE.

OBJETIVO

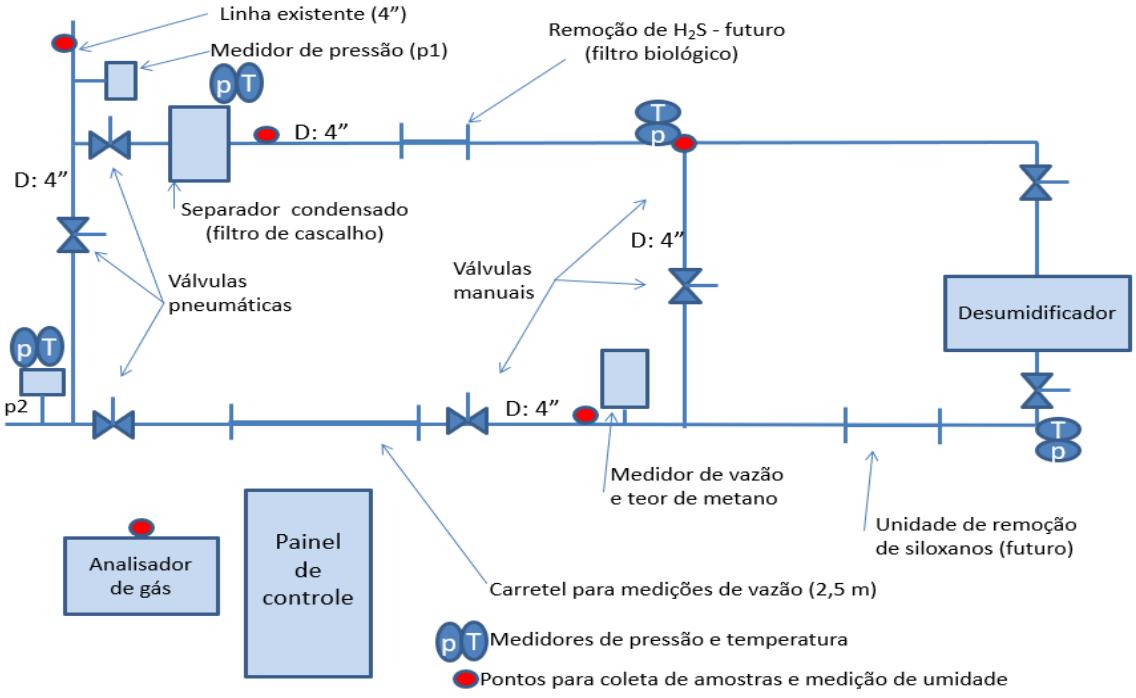
Instalação de uma bancada de testes para possibilitar o levantamento de dados qualitativos e quantitativos do biogás gerado na Estação de Tratamento de Esgoto de Várzea Paulista para subsidiar e dar confiabilidade nas avaliações do potencial energético e nos estudos de possibilidades e alternativas de aproveitamento do biogás.

METODOLOGIA UTILIZADA

Inicialmente, é importante esclarecer que o termo "condicionamento" utilizado neste trabalho, refere-se à retirada de umidade do biogás. Além de um condensador de umidade, foi instalado um resfriador capaz de abaixar a temperatura do biogás para 5 ºC o que permite remover grande parte da umidade nele contida. O objetivo é condicionar o biogás a um estado com umidade menor que a umidade de saturação.

O sistema de condicionamento e medições de biogás instalado na ETE Várzea consiste de um condensador de umidade e materiais particulados seguido de um trocador de calor capaz de resfriar o biogás a até 5 ºC. A troca de calor se dá com a passagem de água gelada proveniente de um resfriador. A Figura 1 mostra o esquema da instalação.

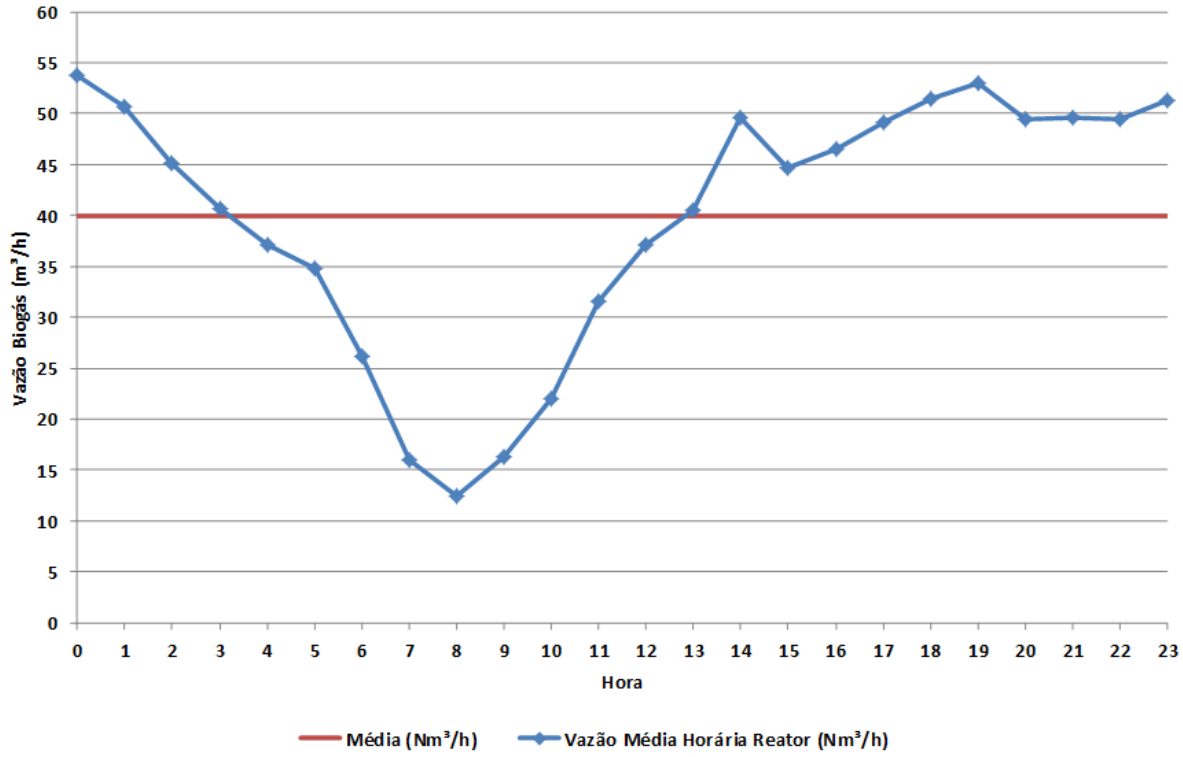
Figura 1 – Esquema da instalação do sistema de condicionamento e medições de biogás



Foram instalados dois medidores de vazão, um do tipo Ultrassônico e outro do tipo Vortex, e deixado espaço para instalação de outro medidor para comparação com as medições dos medidores fixos. As leituras das medições podem ser feitas no próprio aparelho e também no painel de monitoramento. Além dos medidores instalados, há no sistema um medidor de vazão do tipo termal que já estava montado e foi mantido como estava sem nenhuma mudança.

A geração de biogás é de aproximadamente 1000 m^3 por dia, o que dá uma vazão média de 40 m^3/hora, variando desde 10 até 70 m^3/hora. O biogás gerado na ETE, com composição média de 80% de metano e 15 % de gás carbônico, e ainda um teor de sulfeto de hidrogênio da ordem de 2000 ppm, é captado dos quatro reatores e queimado em flare aberto. A Figura 2 mostra a variação da produção de biogás ao longo de um dia. Os valores apresentados no gráfico dessa figura representam a vazão média de biogás de vários dias para cada hora ao longo do dia. Esses valores foram extraídos do banco de dados do Projeto de Medições de Biogás da Probiogás, levantados ao longo de um período de um mês no ano de 2016.

Figura 2 – Variação diária típica da produção de biogás em reator UASB



O aproveitamento do biogás para produção de energia elétrica de forma constante requer a instalação de armazenamento do biogás. A ETE Várzea não possui ainda um gasômetro, mas isso também está nos planos da Estação para futuro não muito distante.

Os valores de vazão de biogás medidos nos aparelhos são apresentados no próprio medidor e no painel de monitoramento. Todos os valores medidos são registrados a cada 10 minutos e armazenados em memória do computador. As Figuras 3 e 4 mostram a instalação de condicionamento e medições de biogás e a Figura 5 mostra o painel de monitoramento e o analisador de gás.

Figura 3 – Instalação de condicionamento de biogás



Os medidores de pressão e temperatura posicionados na tubulação e antes e depois do trocador de calor são de leitura local. Há ainda sensores de temperatura e pressão que transmitem o sinal desses parâmetros ao painel de monitoramento.

Figura 4 – Instalação de condicionamento de biogás



Figura 5 – Painel de monitoramento e controle e analisador de gas



RESULTADOS OBTIDOS

O biogás gerado em processos anaeróbios de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) é composto basicamente de metano e gás carbônico. Concentrações menores de outros componentes como sulfeto de hidrogênio e outros compostos sulfurados, siloxanos, amônia e compostos orgânicos voláteis também estão sempre presentes, além de umidade em concentração de saturação. A Tabela 1 apresenta valores típicos da composição do biogás apontados pela literatura e valores medidos na ETE Várzea com analisador de gás IWA instalado.

Tabela 1 – Composição do biogás.

Gás	Concentração (%)	
	Valores de literatura	Valores medidos
Metano (CH_4)	50 a 75	80 a 84
Dióxido de Carbono (CO_2)	25 a 40	7 a 10
Hidrogênio (H_2)	1 a 3	0,1
Nitrogênio (N_2)	0,5 a 2,5	8 a 11
Oxigênio (O_2)	0 a 1	0,1
Gás sulfídrico (H_2S)	0 a 0,5	0,15 a 0,35
Monóxido de Carbono (CO)	0 a 0,1	-

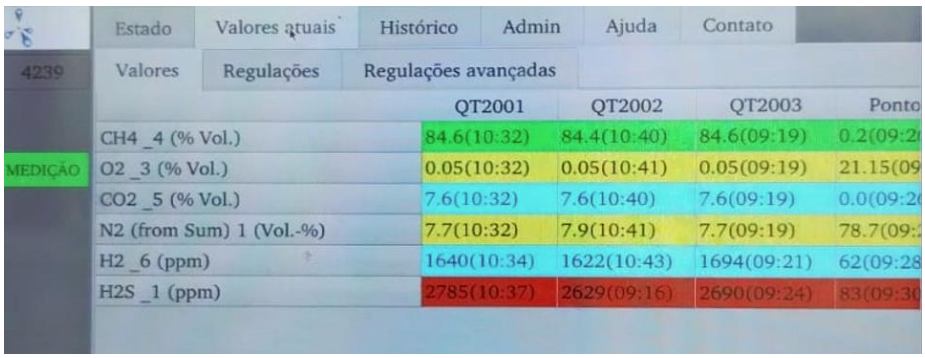
Além dos componentes mostrados na Tabela 1 o biogás contém umidade em concentração de saturação.

As Figuras 6 e 7 são fotos do mostrador do painel do analisador de gás. Nessas imagens são apresentados valores típicos de medições em momentos diferentes.

Figura 6 – Foto 1 do mostrador do painel do analisador de gás



Figura 7 – Foto 2 do mostrador do painel do analisador de gás



O componente de valor no biogás é o metano, cujo poder calorífico inferior (PCI) é 11940 kcal/kg (8550 kcal/m^3). O valor energético do biogás depende do teor de metano que contem. Para uma concentração de 65%, valor típico de reatores anaeróbios de digestão de lodos o poder calorífico do biogás é de aproximadamente 5.500 kcal/m³. Biogás gerado em reatores UASB, cuja concentração de metano é maior que

70 %, o PCI é superior a 6000 kcal/m³ (PROBIOGÁS, 2015). Na ETE Várzea Paulista, o analisador de gases IWA, recentemente instalado, tem medido concentração de metano entre 80 e 85% no biogás gerado nos reatores, o que certamente tem um poder calorífico maior que os valores relatados na literatura.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os valores medidos de teor de metano no biogás gerado na ETE mostraram-se bem superiores aos valores observados na literatura, isso foi, de uma certa forma, uma boa surpresa para os técnicos envolvidos no projeto e um fator de incentivo e otimismo para desenvolvimento de novos projetos de aproveitamento desse biogás assim rico em metano.

O biogás pode ser usado em diversas aplicações em uma ETE, como: aquecimento de digestores, secagem de lodos e acionamento de moto gerador para geração de energia elétrica. Neste último caso, o calor rejeitado pelos motores pode ainda ser usado para secagem do lodo ou aquecimento de digestores. Cada aplicação requer algum grau de tratamento no biogás, depende das concentrações dos contaminantes no seu estado bruto e dos requisitos do queimador ou equipamento onde será utilizado. A decisão da forma de utilização do biogás ou de toda a rota tecnológica para o melhor aproveitamento requer conhecimentos das suas características e propriedades, para isso, entende-se que a realização de medições é de importância fundamental para se conhecer qualitativa e quantitativamente o biogás em questão.

Nessa instalação foram montados separadores de condensado, desumidificador do tipo chiller para remoção da umidade por resfriamento do biogás, e deixados trechos retos de tubulação com espaços suficientes para montagem de medidores de vazão, que poderão ser testados para diferentes condições de umidade do biogás.

Pontos para retiradas de amostras de gás foram instalados antes e após cada equipamento de tratamento ou de mudança do estado do biogás, de modo a permitir sua análise qualitativa de forma manual ou automática pelo analisador IWA instalado. A medição qualitativa do biogás e feita de três pontos distintos ao longo da instalação de forma automática e contínua pelo analisador de gás. A Figura 8 mostra alguns pontos na tubulação de onde são coletadas amostras e realizadas medições.

Figura 8 – Pontos de amostragem e de medições da instalação



Para avaliação da influência da umidade do biogás nas medições de vazão, foi colocado como requisito para o resfriador de biogás (chiller) que este tenha a possibilidade de regulagem da temperatura de resfriamento. Com isso, pode-se atingir a condensação da umidade em diferentes valores, e consequentemente fazer a regulagem da umidade do biogás antes da medição da vazão. A intenção deste requisito é possibilitar a avaliação da influência da umidade do biogás na medição de vazão para as diferentes tecnologias de medição aplicáveis ao biogás.

Dado à recente conclusão desse empreendimento, com características de bancada de testes, outros resultados ainda são esperados para a instalação. Pretende-se, a partir de agora, disponibilizar a instalação para a realização de medições do biogás no seu estado bruto, de alterar suas características e propriedades mediante a aplicação de tratamentos como a simples retirada da umidade, e na segunda etapa do empreendimento, a retirada de sulfetos e siloxanos.

O barrilete de medidores de vazão permite testar os diferentes medidores ofertados pelo mercado, comparando os resultados com os de um medidor primário, calibrado em laboratório, que será utilizado como referência. Espera-se que essa instalação ajude a comparar as diferentes tecnologias de medição de vazão de biogás e a elucidar diferenças de aplicabilidade associadas à confiabilidade dos resultados das medições de cada tipo de medidor frente às variações quantitativas e qualitativas das características do biogás.

A queima do biogás gerado na ETE continua sendo realizada em flare aberto, da mesma forma como era realizada anteriormente e no mesmo queimador de forma simples, ainda sem aproveitamento da energia, por enquanto. A Figura 9 mostra o queimador do biogás da ETE Várzea Paulista.

Figura 9 – Queimador de biogás da ETE Várzea Paulista



CONCLUSÕES

Deste empreendimento realizado pela Sabesp na ETE Várzea Paulista, com características de uma bancada de testes, estão sendo tirados dados e informações importantes sobre a produção e as características do biogás, que certamente subsidiará e permitirá ter segurança e confiança em decisões para o correto e eficiente aproveitamento energético do biogás.

A forma de fazer o aproveitamento energético do biogás requer conhecimento das suas características e propriedades, cada processo de queima possui restrições com algum dos componentes do biogás e se esse fato não for corretamente observado, o aproveitamento energético pode trazer problemas que comprometem a sustentabilidade da solução.

A bancada de testes de medidores de vazão de biogás, em conjunto com as medições qualitativas do biogás proporcionadas pelo analisador de gás, além de proporcionar melhoria nos conhecimentos sobre a medição de vazão e na experiência prática com medidores, poderá ser utilizada como subsidio técnico para elaboração de especificações de outras instalações de medição de biogás.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT, NBR 12209, Projetos de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários, 2011.
2. ABES – CONGRESSO 2017, Desenvolvimento de um sistema para avaliações e medições do biogás gerado em uma ETE com reator UASB, 2017.
3. PROBIOGÁS, Guia Técnico de Aproveitamento Energético de Biogás em Estações de Tratamento de Esgotos, Ministério das Cidades – GIZ, 2015.
4. PROBIOGÁS, Guia Prático do Biogás – Geração e Utilização, Ministério das Cidades – GIZ, 2010.